pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 28, No. 3, pp. 234~240 (2013)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2013.28.3.234

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

훈증소독제, Fumagari OPP®의 *Escherichia coli*와 *Salmonella typhimurium*에 대한 살균효과

박은기[1] · 김용팔[2] · 유은아[3] · 유창열[4] · 최현주[5] · 김석 · 이후장*

경상대학교 수의과대학 생명과학연구원, [1]고신대학교 의과대학, [2]엘캄코 바이오(주),
[3]보건복지부 통영검역소, [4]경남도립남해대학 인터넷정보학과, [5]인제대학교 임상병리학과

Bactericidal Efficacy of Fumagari OPP®, Fumigant Against *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium*

Eun-Kee Park[1], Yongpal Kim[2], Eun-Ah Yu[3], Chang-Yeol Yoo[4], Hyunju Choi[5], Suk Kim, and Hu-Jang Lee*

Research Institute of Life Sciences, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Chinju 600-701, Korea
[1]Department of Medical Humanities and Social Medicine, College of Medicine, Kosin University, Busan 602-703, Korea
[2]Elkahmco Bio Co., Ltd., Seoul 143-802, Korea
[3]Tongyeong National Quarantine Station, Ministry of Health & Welfare, Tongyeong 650-110, Korea
[4]Department of Computer Information, Gyeongnam Provincial Namhae College, Namhae 668-801, Korea
[5]Elderly Life Redesign Institute, Department of Biomedical Laboratory Science, Inje University, Gimhae 621-749, Korea
(Received July 3, 2013/Revised July 12, 2013/Accepted July 23, 2013)

ABSTRACT - This test was performed to evaluate the bactericidal efficacy of Fumagari OPP®, fumigation disinfectant, containing 20% ortho-phenylphenol against *Escherichia coli* (*E. coli*) and *Salmonella typhimurium* (*S. typhimurium*). In preliminary tests, both *E. coli* and *S. typhimurium* working culture suspension number (N value) was 4.0×10^8 CFU/mL. And all of the colony numbers on the carriers exposed the fumigant (n1, n2, n3) were higher than 0.5N1 (the number of bacterial test suspentions by pour plate method), 0.5N2 (the number of bacterial test suspentions by filter membrane method) and 0.5N1, respectively. In addition, the mean number of bacteria recovered on the control-carriers (T value) was 3.4×10^6 CFU/mL. In the bactericidal effect of the fumigant, the reduction number of *S. typhimurium* and *E. coli* (d value) was 5.26 and 5.64 logCFU/mL, respectively. According to the French standard for the fumigant, the d value for the effective bactericidal fumigant should be over than 5 logCFU/mL. With the results of this study, Fumagari OPP® has an effective bactericidal activity, then the fumigant can be applied to disinfect food materials and kitchen appliances contaminated with pathogenic bacteria.

Key words: Fumigant, disinfectant, ortho-phenylphenol, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*

대장균은 사람과 동물의 장관에 일반적으로 서식하는 균으로, 식품에 있어서 분변 오염지표로 사용되고 있다. 대장균은 먹이사슬을 통해 서로 다른 생태계에 쉽게 전파될 수 있다[1]. 대장균에 의한 질병발생은, 채소, 원유, 설익은 쇠고기 패티, 음용수 등과 같은 다양한 식품들과 관련되어 있다[2]. 병원성 대장균은 오염된 식품의 섭취를 통해 설사, 장염, 용혈성 요독증후군, 그리고 출혈성 대장염 등을 일으킬 수 있는 것으로 보고되어 있다[3].

살모넬라균은 동물에서 장염과 치명적인 감염을 일으키며, 사람에서는 식중독과 장티푸스를 일으킨다[4-7]. 살모넬라증은 인수공통전염병으로 사람과 동물사이에 전파되며, 많은 살모넬라균 감염이 오염된 식품의 섭취에 의해 발생한다[7]. 살모넬라증의 원인균은 *Salmonella* spp.이며, *Salmonella* spp.는 운동성이 있는 그람 음성의 간균이며, 탐식세포 내에서 증식할 수 있는 선택적 세포내 기생세균이다[7]. 또한, 살모넬라균은 생물체 외부 환경에서도 수주이상 생존할 수 있으며, 영하의 조건에서도 사멸하지 않는 것으로 알려져 있다[8,9].

Salmonella typhimurium (*S. typhimurium*)은 돼지농장, 도

*Correspondence to: Hu-Jang Lee, Research Institute of Life Sciences, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Chinju 600-701, Korea.
Tel: 82-55-772-2352, Fax: 82-55-772-2308
E-mail: hujang@gsnu.ac.kr

축돈 그리고 식중독 등에서 가장 빈번하게 분리되는 혈청형 중의 하나이다[10,11]. 또한, *S. typhimurium*은 다양한 숙주와 환경에서 생존할 수 있으며, 음용수와 가금육을 통해 사람에게 쉽게 전파될 수 있다[12,13].

살모넬라균과 대장균 감염은 일반적으로 사용되는 항생제에 대한 내성으로 인해 제어하기가 점점 어려워지고 있어서, 효과적인 소독제 사용이 균의 감염과 질병발생의 예방을 위한 기본적인 요소이다[14-16].

가축농장, 식품공장, 병원, 가정 등에서 살균제의 사용이 증가함에 따라, 항생제 내성균 출현기전과 동일하게, 살균제 내성균의 출현이 증가하고 있는 것에 대해 공중보건학적 관심이 집중되고 있다[17]. 그러나 살균제는 주로 세균의 대사기전에 광범위하게 작용하는 성분들의 혼합으로 조성되어 있으며, 이러한 조성물들은 살균제에 대한 세균의 내성형성을 어렵게 만드는 것으로 알려져 있다[18].

수세기 동안, 미생물, 유해해충, 그리고 다른 병원균으로부터 식품을 보호하고 보존하기 위한 방법을 찾기 위해 많은 노력을 경주해 왔으며, 최근, 보존제의 사용을 포함한 식품보존 기술은, 식품공급에 있어서 식품의 질과 안전성의 개선과, 부패, 미생물 오염, 영양소 파괴 등으로부터 식품을 보호하는데 있어서, 중요한 역할을 담당해 왔다[19].

식품저장 기간 동안 소독을 위해, phosphine 가스, 이산화염소, 인화수소, ortho-phenylphenol (OPP) 등과 같은 많은 훈증소독제가 전세계적으로 광범위하게 사용되고 있다[20-22]. 특히, OPP는 가정, 식품산업, 병원 등에서 기구나 표면재의 소독을 위해 사용되고 있다[20].

현재까지, 식중독 관련 병원성 세균에 대해 OPP를 주성분으로 하는 훈증소독제의 효능에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 Association Francaise de Normalisation (AFNOR)[23]의 '훈증소독제의 살균, 살곰팡이, 살효모, 그리고 살아포 효력을 결정하기 위한 기준법'에 따라, 식중독 관련 주요 세균인 대장균과 살모넬라에 대해, OPP를 주성분으로 하는 훈증소독제의 살균효과를 확인하기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

실험물질

본 시험에 사용된 실험물질은 엘캄코바이오 (서울)에서 공급받은 OPP를 주성분으로 하는 훈증소독제, Fumagari OPP® (1 캔 (20 g), OPP 4 g)를 사용하였다. 물질은 흰색의 분말로서 사용기간 동안 실온에 보관하여 실험에 사용하였다.

균주 배양

Salmonella typhimurium (KVCC-BA 1200171) (*S. typhimurium*)은 한국수의유전자원은행 (안양)에서, *Escherichia coli* (KCTC 1682) (*E. coli*)는 한국생명공학연구원 생명자원센터 (대전)에서 각각 분양받아 실험에 사용하였다.

*S. typhimurium*과 *E. coli*를 각각 고압 멸균된 nutrient broth (Difco, Detroit, MI)와 tryptone soy agar (TSA, Difco, Detroit, MI)에 심어 37°C에서 24시간 동안 계대배양한 후, McFaland 등의 방법[24]에 따라 배양액의 탁도를 측정하고, 희석액 (증류수 1 L 중, tryptone 1.0 g, sodium chloride 8.5 g)을 사용하여, *S. typhimurium*과 *E. coli*의 농도가 10^9 CFU/mL 이상이 되도록 조정하였다. 이어서, 환원유 (증류수 1 L 중, 탈지분유 100 g)를 가하여 20배로 희석하여, 각각 10^8-10^9 CFU/mL로 조정하여 시험에 사용하였다.

환원유 혼합 현탁액의 균수계산

환원유 혼합 *S. typhimurium*과 *E. coli* 현탁액을 각각 희석액으로 10^7과 10^8 배로 희석한 다음, 각각의 희석액 1 mL를 취하여 페트리접시에 넣고, *S. typhimurium*과 *E. coli* 희석액이 들어 있는 페트리접시에 각각 45°C와 37°C의 TSA배지 20 mL을 넣었다. 또한, 10^7과 10^8 배로 희석한 균주 현탁액 1 mL를 각각 취하여 분리 막 여과장치에 넣고 여과한 후, 세척액으로 씻어준 다음, 각각의 여과막을 TSA 배지 위에 올려놓았다. 각각의 배지를 37°C에서 24시간 동안 배양한 다음, 균수 계산이 불가능한 배지는 폐기하고, 다시 24시간 동안 더 배양한 후, 균수를 계산하였다. 평판배지법[25]과 여과법[26]으로 배양한 균수를 각각 N1과 N2로 하였다.

균주의 담체 도포 및 소독제 적용

각각의 *S. typhimurium*과 *E. coli* 현탁액 0.05 mL을 각각 5개의 비다공성의 스테인리스 담체 (지름 3 cm, 높이 1.2 mm)에 도포하고, 도포된 담체들을 멸균 페트리접시에 담아, 37°C 배양기에서 건조시켰다. 이때, 건조시간은 45분을 초과하지 않도록 하였다. 21 ± 0.5°C, 습도 60 ± 10% 조건의 밀폐된 방 (25 m^3)에 건조된 담체 2개를 페트리 접시에 담아, 훈증소독제 노출 없이 15시간 동안 놓아두었다. 나머지 3개의 건조된 담체는 2개의 건조된 담체와 동일한 환경에서, 훈증소독제와 담체를 담은 페트리 접시와의 거리를 2.2 m로 하고, 바닥으로부터 1.2 m 높이에 페트리 접시를 수직으로 세워 훈증소독제와 반대 방향이 되도록 한 다음, 훈증소독제에 불을 붙여 15시간 동안 놓아두었다.

소독제 잔류효과

Fig. 1은 훈증소독제 잔류에 의한 균 증식 억제 효과를 확인하기 위한 실험을 수행하는 과정을 나타낸 것이다.

*S. typhimurium*과 *E. coli*를 도포・건조시킨 각각의 담체를 훈증소독제에 15시간 노출시킨 직후, 각각의 담체를 100 mL 회복액 (증류수 1 L 중, tryptone 1.0 g, NaCl 8.5 g)이 들어있는 삼각플라스크에 넣고, 수초 동안 흔들어 준

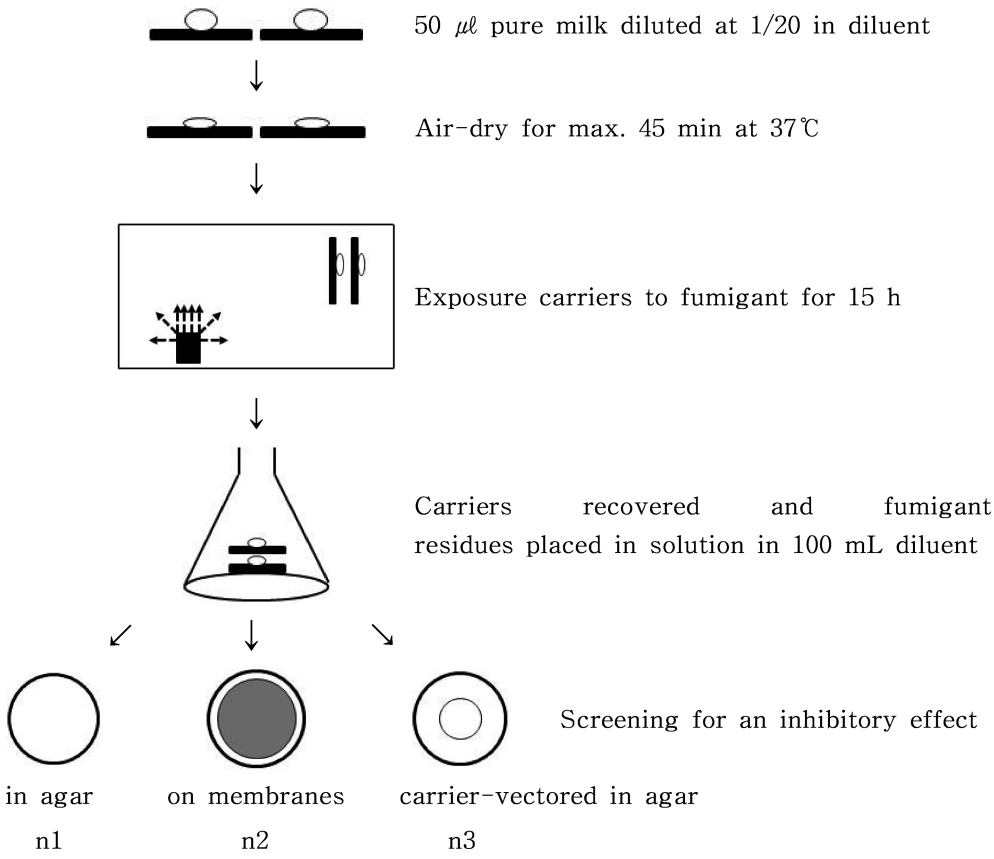

Fig. 1. Schematic diagram of the preliminary screening test for an inhibitory effect of fumigant residues.

다음, 1 mL을 취하여 페트리접시에 넣고, 각각의 균주 희석액 (10^7과 10^8 배) 1 mL를 섞이지 않게 넣은 다음, 배양배지에서 잘 혼합한 후, 37°C에서 48시간 동안 배양하였다. 배양 후에, 자란 집락수의 평균값을 n1로 하였다. 담체를 넣은 회복액 98 mL를 막 여과하고, 50 mL 희석액으로 3번 세정한 후, 희석액에 4번 침지시킨 여과막을 배지에 넣고, 희석한 각각의 시험 균주 현탁액 (10^7과 10^8 배) 1 mL을 가하여, 혼합한 다음, 배양한 후, 형성된 집락수의 평균값을 n2로 하였다. 희석한 각각의 시험 균주 현탁액 (10^7과 10^8 배) 1 mL과, 회복액에서 잔류물이 제거된 담체를 넣은 회복액 1 mL을 페트리접시에 넣고, 배지를 가하여 혼합하여 배양한 후, 자란 집락수의 평균값을 n3으로 하였다. 이렇게 얻은 n1, n2, n3를 각각 N1, N2, N1과 비교하였다.

훈증소독제 적용

*S. typhimurium*과 *E. coli*를 도포・건조시킨 각각의 담체를 훈증소독제에 15시간 노출시킨 직후, 각각의 담체를 100 mL 회복액이 있는 삼각플라스크에 넣고, 수초 동안 흔들어 준 다음, 유리봉을 이용하여, 담체에 부착된 잔류물을 제거하고, 1분 동안 초음파 진동기를 이용하여 남은 잔류물을 제거하였다. 이어서, 담체 잔류물이 들어 있는 회복액으로부터 1 mL을 취하여 9 mL 새로운 회복액에 넣고, 연속적으로 두 번 더 희석시켜 10^3 배로 희석하였다. 담체 잔류물이 들어 있는 회복액과, 10^2와 10^3 배 희석액을 각각 1 mL을 취하여 배양배지가 들어 있는 평판배지에 접종하여, 37°C에서 48시간 동안 배양한 다음, 각각의 집락수를 계산하였다. 담체로부터 부착된 잔류물을 제거한 회복액 현탁액 87 mL을 분리 막 여과장치에 넣고 여과한 후, 여과막을 영양배지 위에 올려놓고 37°C에서 48시간 동안 배양한 다음, 각각의 집락수의 평균값을 n'1로 하였다. 잔류물을 제거한 담체를 넣은 회복액 현탁액을 배지에 넣고 배양하여, 자란 집락수의 평균을 n'2로 하였다.

실험 결과의 계산

14이하 300 이상인 배지의 집락수는 세지 않았으며, 실험균주 현탁액 중 균수(N), 대조 담체의 회복 균수(T), 그리고 훈증소독제 노출 담체의 균수 감소 log값(d)의 계산은 아래 각각의 식에 의해 산출하였다.

$$N\ (CFU/mL) = \frac{x+y+z+w}{2.2} \times 10^7$$

(10^7 배로 희석하여 얻은 값: x, y; 10^8 배로 희석하여 얻은 값: z, w)

$$T\ (CFU/carrier) = \frac{x+y+z+w}{2.2} \times 10^2 \times 100$$

(10^2 배 희복액에서 얻은 값: x, y; 10^3 배 희복액에서 얻은 값: z, w)

$$d\ (logCFU/mL) = logT - log(n'1 + n'2) = log[T/(n'1 + n'2)]$$

(n'1: 담체 부착물 함유 회복액 여과막에서 자란 균주 집락수의 평균, n'2: 담체 부착물 함유 회복액을 심은 배지에서 자란 균주 집락수의 평균)

훈증소독제 살균효과 판정

AFNOR[23]의 기준에 따라, *S. typhimurium*과 *E. coli*에 대한 훈증소독제의 효과는 '실험결과의 계산'에 의해 얻은 d값이 5 logCFU/mL 이상인 경우로 하였다.

결과 및 고찰

소독제 잔류효과

Table 1과 2는 각각 환원유 혼합 *S. typhimurium*과 *E. coli* 현탁액의 균수와, *S. typhimurium*과 *E. coli*를 도포·건조시킨 담체에 소독제를 노출시킨 후, 산출한 균수를 나타낸 것이다.

AFNOR[23]에 따르면, 실험균주 현탁액 배양 균수로부터 산출된 N값은 10^8에서 5×10^9 사이에 있어야 하며, 소독제에 노출되지 않은 대조군-담체로부터 배양된 균수로부

Table 1. Viable counts (CFU/mL) of *S. typhimurium* in milk-to-suspensions and in the carriers exposed to disinfectant

Milk-to-suspensions									Exposure to disinfectant							
N1[1]				N2[2]				N value[3]	Exposure-carriers[4]				Control-carriers			T value[6]
10^7		10^8		10^7		10^8			No.	n1	n2	n3	DT_{5}	1	2	
35	29	15	13	33	29	15	11	4.0×10^8	1	19	16	17	10^2	293	298	3.4×10^6
									2	21	20	20				
	32		14		31		13		3	23	21	23	10^3	73	92	
										21	19	20				

[1]N1, the number of bacterial test suspentions by pour plate method.
[2]N2, the number of bacterial test suspentions by filter membrane method.
[3]N, the number of bacteria of working culture suspension.

$$N = \frac{(x+y+z+w)}{2.2} \times 10^7$$ (x, y: 10^7 dilution colony; z, w: 10^8 dilution colony)

[4]n1, n2, n3, the colony numbers on the carriers exposed the fumigant.
[5]DT, dilution time.
[6]T, the mean number of bacteria recovered on the control-carriers.

$$T = \frac{(x+y+z+w)}{2.2} \times 10^2 \times 100$$ (x, y: 10^2 dilution colony; z, w: 10^3 dilution colony)

Table 2. Viable counts (CFU/mL) of *E. coli* in milk-to-suspensions and in the carriers exposed to disinfectant

Milk-to-suspensions									Exposure to disinfectant							
N1[1]				N2[2]				N value[3]	Exposure-carriers[4]				Control-carriers			T value[6]
10^7		10^8		10^7		10^8			No.	n1	n2	n3	DT[5]	1	2	
22	20	21	17	25	27	24	22	4.0×10^8	1	19	22	15	10^2	236	287	2.9×10^6
									2	17	18	17				
	21		19		26		23		3	18	23	16	10^3	61	83	
										18	21	16				

[1]The number of bacterial test suspentions by pour plate method.
[2]N2, the number of bacterial test suspentions by filter membrane method.
[3]N, the number of bacteria of working culture suspension.

$$N = \frac{(x+y+z+w)}{2.2} \times 10^7$$ (x, y: 10^7 dilution colony; z, w: 10^8 dilution colony)

[4]n1, n2, n3, the colony numbers on the carriers exposed the fumigant.
[5]DT, dilution time.
[6]T, the mean number of bacteria recovered on the control-carriers.

$$T = \frac{(x+y+z+w)}{2.2} \times 10^2 \times 100$$ (x, y: 10^2 dilution colony; z, w: 10^3 dilution colony)

터 산출된 T값은 10^6 CFU/mL이상이어야 한다고 규정하고 있다.

Table 1과 2에서, *S. typhimurium*과 *E. coli*로부터 구한 N값은 모두 4.0×10^8 CFU/mL이었으며, *S. typhimurium*과 *E. coli*로부터 구한 T값은 각각 3.4×10^6과 2.9×10^6 CFU/mL이었다. 따라서 *S. typhimurium*과 *E. coli*의 N값과 T값은 모두 AFNOR[23]에서 규정한 기준을 만족하였다.

AFNOR[23]에 따르면, 소독제 노출 담체로부터 증식한 균수 n1, n2, n3값이 각각 0.5N1, 0.5N2, 0.5N1값 보다 모두 커야 훈증소독제 실험을 수행할 수 있는 조건을 만족하는 것으로 규정하고 있다. 만일, n1, n2, n3값이 각각 0.5N1, 0.5N2, 0.5N1값과 같거나 작으면, 배지나 여과막에 균의 증식을 충분히 억제 할 수 있는 많은 양의 소독제가 잔류하고 있다는 것을 의미하므로, 배지의 조성을 조정하거나, 담체 회복액에 중화제를 첨가하거나, 여과막의 세정 횟수를 증가시켜 실험을 다시 수행하여 조건을 만족시켜야 한다.

훈증소독제의 살균효과

Table 3과 4는 훈증소독제를 노출시킨 담체로부터 회복된 균수와 훈증소독제의 살균효과를 나타낸 것이다.

Table 3과 4에서, *S. typhimurium*과 *E. coli* 도포 담체에 소독제를 노출시킨 후, 배양을 통해 확인된 각각 균수의 logCFU/mL 감소값, 즉, d 값은 각각 5.26과 5.64 logCFU/mL로 나타나, OPP를 주성분으로 하는 훈증소독제, Fumagari OPP®은 *S. typhimurium* 보다 *E. coli*에서 더 높은 살균효과를 나타내었다.

AFNOR[23]의 기준에 따르면, 훈증소독제가 효과적인 살균력을 갖기 위해서는 d 값이 5 logCFU/mL 이상이어야 한다고, 규정하고 있다. 본 연구에서, 훈증소독제를 적용한 후, *S. typhimurium*과 *E. coli*의 d 값은 각각 5.26과 5.64 logCFU/mL로 나타나, 훈증소독제, Fumagari OPP®은 *S. typhimurium*과 *E. coli*에 대해 효과적인 살균력을 갖는 것으로 확인되었다.

Mahmoud와 Linton[27]의 연구에 따르면, 이산화염소 가스를 5.0 mg/L의 농도로 *E. coli*와 *Salmonella enterica*에 각각 14.5분과 19분 동안 적용할 결과, 5 logCFU/g 만큼 감소하였다고 보고하였으며, Himathongkham 등[28]은 알파파 씨앗을 유리병에 넣고, *S. typhimurium*을 10^8-10^9 CFU/g의 농도로 접종시켜 오염시킨 후, 암모니아 가스를 180 mg/L의 농도로 주입하고, 밀봉한 상태로 20°C에서 22시간 동안 놓아둔 결과, *S. typhimurium* 수가 2-3 logCFU/g 만큼 감소하였다고 보고하였다. 또한, Sapers 등[29]은 사과에 *E. coli*를 접종하고 이산화염소 가스를 0.3 mg/L의 농도로 처리한 결과, 4.5 logCFU/g가 감소하였다고 보고하였다.

처리대상, 처리 농도, 그리고 처리시간 등을 고려할 경우, 본 연구에서 사용한 Fumagari OPP®의 *S. typhimurium*과 *E. coli*에 대한 살균효과는 Mahmoud와 Linton[27]의 연구결과보다는 낮았으나, Himathongkham 등[28]과 Sapers 등[29]의 연구결과 보다는 높았던 것으로 사료된다.

Table 3. Viable counts (CFU/mL) of *S. typhimurium* in the carriers exposed to disinfectant and antibacterial effect of the fumigant

Dilution time	Colony number in carriers[1]			n'1[2]	n'2[3]	d value (log)[4]
	C1	C2	C3			
10^2	0	0	0	23	0	
				15	0	5.26
10^3	0	0	0	18	0	

[1]C1, C2, C3, test-carriers.
[2]n'1, the mean number of bacteria in recovery solution.
[3]n'2, the mean number of bacteria on carriers plated in agar.
[4]d, the reduction of bacterial number.
d = logT – log(n'1 + n'2) = log[T/(n'1 + n'2)]
(T, the mean number of bacteria recovered on the carriers)

Table 4. Viable counts (CFU/mL) of *E. coli* in the carriers exposed to disinfectant and antibacterial effect of the fumigant

Dilution time	Colony number in carriers[1]			n'1[2]	n'2[3]	d value (log)[4]
	C1	C2	C3			
10^2	0	0	0	6	0	
				9	0	5.64
10^3	0	0	0	5	0	

[1]C1, C2, C3, test-carriers.
[2]n'1, the mean number of bacteria in recovery solution.
[3]n'2, the mean number of bacteria on carriers plated in agar.
[4]d, the reduction of bacterial number.
d = logT – log(n'1 + n'2) = log[T/(n'1 + n'2)]
(T, the mean number of bacteria recovered on the carriers)

이상의 연구 결과로부터, OPP를 주성분으로 하는 훈증소독제, Fumagari OPP®은 비다공성의 표면에 부착되어 있는 *S. typhimurium*과 *E. coli*에 적용할 경우, 5.0 logCFU 이상의 감소결과를 나타내어, *S. typhimurium*과 *E. coli*의 살균을 목적으로 사용할 수 있는 훈증살균 소독제로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 (주)엘캄코바이오 (서울)의 연구용역으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

요 약

본 연구는 *E. coli*와 *S. typhimurium*을 대상으로 orthophenylphenol 20%를 함유한 훈증소독제, Fumagari OPP®의 살균효과를 평가하기 위해 수행되었다. 예비 시험에서, *E. coli*와 *S. typhimurium*의 현탁액 균수는 모두 4.0×10^8 CFU/mL이었으며, 모든 훈증소독제에 노출시킨 담체의 균수는 모두 평판배지법과 여과법으로 배양한 시험균주 현탁액의

균수의 50%보다 많았다. 또한, 대조 담체로부터 회복된 *E. coli*와 *S. typhimurium* 균수는 모두 3.4×10^6 CFU/mL이었다. 훈증소독제의 살균효과 시험에서는, 훈증소독제를 처리한 담체의 *E. coli*와 *S. typhimurium*의 감소 균수는 각각 5.64와 5.26 logCFU/mL로 나타났다. 이상의 결과로부터, 훈증소독제, Fumagari OPP®은 *E. coli*와 *S. typhimurium*에 대해 효과적인 살균력을 갖는 것으로 확인되었으며, 병원성 세균에 오염된 식품재료 및 주방용품의 소독에 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Ryu, S.H., Lee, J.H., Park, S.H., Song, M.O., Park, S.H., Jung, H.W., Park, G.Y., Choi, S.M., Kim, M.S., Chae, Y.Z., Park, S.G. and Lee, Y.K.: Antimicrobial resistance profiles among Escherichia coli strains isolated from commercial and cooked foods. *Int. J. Food Microbiol*. **159**, 263-266 (2012).
2. Zhao, T., Doyle, M.P., Zhao, P., Blake, P. and Wu, F.M.: Chlorine inactivation of *Escherichia coli* 0157:H7 in water. *J. Food Prot*. **64**, 1607-1609 (2001).
3. Erkmen, O.: Antimicrobial effects of hypochlorite on *Escherichia coli* in water and selected vegetables. *Foodborne Pathog. Dis*. **7**, 953-958 (2010).
4. Cleaveland, S., Laurenson, M.K. and Taylor. L.H.: Diseases of humans and their domestic mammals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence. *B. Biol. Sci*. **356**, 991-999 (2001).
5. Kim, G.S., Kim, D.H., Lim, J.J., Lee, J.J., Han, D.Y., Lee, W.M., Jung, W.C., Min, W.G., Won, C.G., Rhee, M.H., Lee, H.J. and Kim, S.: Biological and antibacterial activities of the natural herb *Houttuynia cordata* water extract against the intracellular bacterial pathogen *Salmonella* within the raw 64.7 macrophage. *Biol. Pharm. Bull*. **31**, 2012-2017 (2009).
6. Kim, D.H., Lim, J.J., Lee, J.J., Jung, W.C., Shin, H.J., Lee, H.J., Kim, G.S. and Kim, S.: Antibacterial and therapeutic effects of *Houttuynia cordata* ethanol extract for murine salmonellosis. *Kor. J. Environ. Agricul.* **27**, 156-162 (2008).
7. Valle, E. and Guiney, D.G.: Characterization of salmonella-induced cell death in human macrophage-like THP-1 cells. *Infect. Immun*. **73**, 2835-2840 (2005).
8. Sorrells, K.M., Speck, M.L. and Warren, J.A.: Pathogenicity of *Salmonella gallinarum*after metabolic injury by freezing. *Appl. Environ. Microbiol*. **19**, 39-43 (1970).
9. Beuchat, L.R. and Heaton, E.K.: Salmonella survival on pecans as influenced by processing and storage conditions. *Appl. Environ. Micobiol*. **29**, 795-801 (1975).
10. Katsuda, K., Kohmoto, M., Kawashima, K. and Tsunemitsu, H.: Frequency of enteropathogen detechtion in sucking and weaned pigs with diarrhea in Japan. *J. Vet. Diagn. Invest*. **18**, 350-354 (2006).
11. Korsak, N., Jacob, B., Groven, B., Etienne, G., China, B., Ghafir, Y. and Daube, G.: Salmonella contamination of pigs and pork in an integrated pig production system. *J. Food Prot*. **66**, 1126-1133 (2003).
12. Garland, J.B., Frye, J.G., Gray, J.T., Berrang, M.E., Harrison, M.A., Cray, P.J.F.: Transmission of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium in poultry with and without antimicrobial selective pressure. *J. Appl. Microbiol*. **101**, 1301-1308 (2006).
13. Sharan, R., Chhibber, S. and Reed, R.H.: A murine model to study the antibacterial effect of copper on infectivity of *Salmonella Enterica* Serovar Typhimurium. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **8**, 21-36 (2011).
14. Huang, J.J., Hu, H.Y., Wu, Y.H., Wei, B. and Lu, Y.: Effect of chlorination and ultraviolet disinfection on tetA-mediated tetracycline resistance of *Escherichia coli*. Chemosphere, **90**, 2247-2253, (2013).
15. Whitehead, R.N., Overton, T.W., Kemp, C.L. and Webber, M.A.: Exposure of *Salmonella enteric*Serovar Typhimurium to high level biocide challenge can select multidrug resistant mutants in a single step. *PLoS ONE,* **6**, e22833 (2011).
16. Turkmani, A., Psaroulaki, A., Christidou, A., Samoilis, G., Mourad, T.A., Tabaa, D. and Tselentis, Y.: Uptake of ciprofloxacin and ofloxacin by 2 *Brucella* strains and their fluoroquinolone-resitant variants under different conditions. An *in vitro* study. *Dign. Microbiol. Infect. Dis*. **59**, 447-451 (2007).
17. Russell, A.D.: Biocide use and antibiotic resistance: the relevance of laboratory findings to clinical and environmental situations. *Lancet Infect. Dis*. **3**, 794-803 (2003).
18. Sheldon, A.T. Jr.: Antiseptic "resistance": real or perceived threat? *Clin. Infect. Dis*. **40**, 1650-1656 (2005).
19. Loaharanu, P.: Irradiated foods. 5th Ed. American Council on Science and Health, New York, pp. 7-8 (2003).
20. Coelhan, M., Bromig, K.H., Glas, K. and Roberts, A.L.: Determination and levels of the biocide ortho-Phenylphenol in canned beers from different countries. *J. Agric. Food Chem*. **54**, 5731-5735 (2006).
21. Trinetta, V., Morgan, M.T. and Linton, R.H.: Use of high-concentration-short-time chlorine dioxide gas treatments for the inactivation of *Salmonella enterica* spp. inoculated onto Roma tomatoes. *Food Microbiol*. **27**, 1009-1015 (2010).
22. Formato, A., Naviglio, D., Pucillo, G.P. and Nota, G.: Improved fumigation process for stored foodstuffs by using phosphine in sealed chambers. *J. Agric. Food Chem*. **60**, 331-338 (2012).
23. Association Francaise de Normalisation (AFNOR): Methods of airborne disinfection of surfaces - Determination of bactericidal, fungicidal, yeasticidal and sopricidal activity. French standard NF T 72-281, AFNOR, Saint-Denis, pp. 6-22 (2009).
24. Mills-Robertson, F.C., Tay, S.C.K., Duker-Eshun, G., Walana, W. and Badu, K.: *In vitro* antimicrobial activity of ethanolic fractions of Cryptolepis sanguinolenta. *Ann. Clin. Microbiol. Antimicrob*. **11**, 16 (2012).
25. Brashears, M.M., Amezquita, A. and Stratton J.: Validation of methods used to recover Escherichia coli O157:H7 and Salmonella spp. subjected to stress conditionst. *J. Food Prot*. **64**, 1466-1471 (2001).
26. Tanny, G.B., Mirelman, D. and Pistole, T.: Improved filtration technique for concentrating and harvesting bacteria. *Appl.*

Environ. Microbiol. **40**, 269-273 (1980).
27. Mahmoud, B.S.M. and Linton, R.H.: Inactivation kinetics of inoculated *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* on lettuce by chlorine dioxide gas. *Food Microbiol*. **25**, 244-252 (2008).
28. Himathongkham, S., Nuanualsuwan, S., Riemann, H. and Cliver, D.O.: Reproduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* in artificially contaminated alfalfa seeds and mung beans by fumigation with ammonia. *J. Food Prot.* **64**, 1817-1819 (2001).
29. Sapers, G.M., Walker, P.N., Sites, J.E., Annous, B.A. and Eblen, D.R.: Vapor-phase decontamination of apples inoculated with *Escherichia coli*. *J. Food Sci*. **68**, 1003-1007 (2003).